

MANUFACTURE OF POLYCARBONATE POLARIZING LENS

Patent Number: JP1022538
Publication date: 1989-01-25
Inventor(s): KAWAKI TAKAO; others: 03
Applicant(s): MITSUBISHI GAS CHEM CO INC
Requested Patent: ☐ JP1022538
Application Number: JP19870177193 19870717
Priority Number(s):
IPC Classification: B29D11/00
EC Classification:
Equivalents: JP7094154B

*EP 299-309***Abstract**

PURPOSE: To obtain a polycarbonate polarizing lens, which has little optical strain and is excellent in shock resistance and the like, by a method wherein the kind of thin polarizing layer, the thickness of laminate, thermal working conditions and the like are set in specified ranges.

CONSTITUTION: The kind of thin polarizing layer, the thickness of laminate, thermal working conditions and the like to be set within specified ranges are as follows: the thin polarizing layer is produced by orientating dichroic dyestuff onto a polymer film. The laminate having a thickness of 0.5-2.5mm is manufactured by laminating polycarbonate films or sheets onto both the sides of said thin polarizing layer. Said laminate is heated up to a temperature, which is not lower than 135 deg.C and not higher than by 30 deg.C above the glass transition temperature of the polycarbonate. Further, a pressure of not higher than 1.2kg/cm² is gradually loaded to said laminate before said laminate reaches the glass transition temperature of the polycarbonate so as to shape said laminate into a curved surface having a radius of curvature of 80mm or more. Thus, a polycarbonate polarizing lens, which has little optical strain and is excellent in shock resistance and the like, can be obtained.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭64-22538

⑫ Int. Cl.⁴

B 29 D 11/00
// B 29 K 69:00

識別記号 庁内整理番号

6660-4F
4F

⑬ 公開 昭和64年(1989)1月25日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 偏光ポリカーボネートレンズの製造法

⑮ 特 願 昭62-177193

⑯ 出 願 昭62(1987)7月17日

⑰ 発 明 者 川 木 隆 雄 東京都葛飾区新宿6丁目1番1号 三菱瓦斯化学株式会社
本社研究所内

⑱ 発 明 者 河 合 良 三 東京都葛飾区新宿6丁目1番1号 三菱瓦斯化学株式会社
本社研究所内

⑲ 発 明 者 関 根 良 彦 東京都葛飾区新宿6丁目1番1号 三菱瓦斯化学株式会社
本社研究所内

⑳ 発 明 者 長 田 昌 輝 東京都葛飾区新宿6丁目1番1号 三菱瓦斯化学株式会社
本社研究所内

㉑ 出 願 人 三菱瓦斯化学株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番2号

㉒ 代 理 人 弁理士 小堀 貞文

明 細 書

1. 発明の名称

偏光ポリカーボネートレンズの製造法

2. 特許請求の範囲

2色性色素を高分子フィルム上に配向させた偏光性積層の両側にポリカーボネートフィルム或いはシートを積層して厚み0.5~2.5mmの積層体を製造し、該積層体を135℃以上で該積層体のポリカーボネートのガラス転位温度より30℃高い温度以下の温度下にて該積層体がポリカーボネートのガラス転位温度に達する前に、1.2kg/cm²以下の圧力で徐々に変形させ、曲率半径が80mm以上の曲面に成形することを特徴とする光学歪みの少ない偏光ポリカーボネートレンズの製造法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、光学歪みの少ない、耐衝撃性等に優れた偏光ポリカーボネートレンズの製造法に関するものであり、本発明の製造法による偏光レンズは、光学歪みが少なく、顕著な防眩効果を有し、

耐衝撃性にも優れているので、特にサングラス、ゴーグルなどのレンズとして好適なものである。

〔従来の技術〕

偏光機能をもったサングラスやゴーグル等の使用が、釣り、スキー、サイクリングなどのレジャー、スポーツの分野で急激に増大している。又、近赤外線や紫外線をカットする機能をもったポリカーボネートレンズを用いたサングラスやゴーグル等も盛んに使用されている。

ところが、ポリカーボネート製の偏光レンズを用いたサングラスやゴーグル等は、未だに実用化されていない。

〔発明が解決しようとしている問題点〕

ポリカーボネート製の偏光レンズの製造法としては、一般的には下記(1)、(2)が考えられる。

(1)、射出成形などの従来の製法で得た曲面成形ポリカーボネートレンズにて、偏光性積層の両側に積層する。

(2)、偏光性積層の両側にポリカーボネートフィルム或いはシートを積層した積層体を曲面加工す

YNG 000138

る。

ところが、(1)の方法では、成形されたポリカーボネートの光学歪みが大きく、ポリカーボネートを貼り合わせると干渉縞の発生が見られ、更に、曲面に偏光性薄膜を貼り合わせる工程で偏光性薄膜が裂けやすく作業が困難であるという欠点がある。又、(2)の方法では、曲面加工工程に加熱が必要のため、偏光性薄膜の変色が起こりやすく、変色のない条件の場合には成形された曲面が永続的に固定され難く、更に、ポリカーボネートと偏光性薄膜との熱収縮率の相違などにより偏光性薄膜に亀裂を生じやすい。

(問題点を解決するための手段)

本発明者らは、上記の如き従来法の欠点を解決する方法について鋭意検討した結果、偏光性薄膜の種類、積層体の厚み、加熱加工条件などを特定の範囲内に設定することにより、良好な偏光性ポリカーボネートレンズが得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

すなわち、本発明は、2色性色素を高分子フィ

ルム上に配向させた偏光性薄膜の両側にポリカーボネートフィルム或いはシートを積層して厚み0.5~2.5mmの積層体を製造し、該積層体を135℃以上で該積層体のポリカーボネートのガラス転位温度より30℃高い温度以下の温度下にて該積層体がポリカーボネートのガラス転位温度に達する前に、1.2kg/cm²以下の圧力で徐々に変形させ、曲率半径が80mm以上の曲面に成形することと特徴とする光学歪みの少ない偏光ポリカーボネートレンズの製造法である。

本発明の積層体を製造するために使用するポリカーボネートフィルム或いはシートとは、通常のポリカーボネート樹脂製のものの他に、透明なポリカーボネート樹脂系の共重合体、その他の樹脂との組成物なども使用可能であり、また、表面に熱成形可能なハードコート、防曇コート、赤外線反射或いは吸収、紫外線反射或いは吸収、その他の機能化処理を施したのもも適宜選択されるものである。尚、これらの機能化処理は、本発明の偏光ポリカーボネートレンズを製造した後に行って

も当然によいものである。

積層体の厚みは、0.5~2.5mmの範囲が、加工性の面から必要であり、0.5mm未満では、加工時に隙などの欠陥が発生し易く、2.5mmを超えると積層体を製造すること自体が困難となり、偏光性薄膜を害さない光学歪みの少ない曲面加工も困難となる。

本発明の偏光性薄膜としては、2色性色素を用いた高分子フィルム—特に2色性色素をポリビニルアルコール(PVA)上に配向させてなるものである。従来の一般的な沃素/PVA系の偏光フィルムは、極めて優れた偏光性薄膜であるが、ポリカーボネートとの積層体とし、これを加熱・成形する際に、固色がおこり偏光性が失われるので本発明においては使用できない。

積層体の曲面成形方法は、真空成形、プレス成形などが適用される。

ここに成形のための温度としては135℃以上で積層体のポリカーボネートフィルムのガラス転位温度より通常30℃高い温度以下、好ましくは2

5℃高い温度以下、特に135℃~160℃の範囲が好適である。

温度の上限は曲面成形方法に関係するものであり、真空成形の場合には特に160℃以下が好適であり、プレス成形等の両面に型を使用するもの場合にはガラス転位温度より通常25~30℃高い温度でも加工が可能である。

成形に際して、力は、積層体に用いたポリカーボネートのガラス転位温度に積層体が達する前、言い換えれば加熱開始と同時に或いは積層体が著しい変形を受ける前に負荷する。積層体に変形する間の積層体に負荷する実際の力の大きさは1.2kg/cm²以下、好ましくは0.01~1.1kg/cm²の範囲であり、変形が完了した後は、ポリカーボネートフィルムが流動変形せず、接着しない大きさであり、温度により変化し、高温の場合にはより低圧側を使用するが、通常20kg/cm²以下の圧力が使用可能である。

ここに、積層体に変形する間の力の大きさが1.2kg/cm²を超えると、積層体のポリカーボネート

フィルム間およびそれに挟まれた偏光性薄膜との間に発生する応力により偏光性薄膜に亀裂などの欠陥が入りやすくなるので好ましくなく、圧力が小さ過ぎると、ポリカーボネートフィルムと偏光性薄膜との熱収縮率の差、その他により型に合った形状以外に積層体に皺や表面に凹凸が発生するので好ましくない。

上記の如くである本発明の偏光ポリカーボネートレンズの製造法は、特に、ゴーグル、サングラス等用のレンズの製造法として好適なものであるが、当然にその他の用途、偏光機能付きオートバイ用風防、シールド、スクリーンなどに応用可能なものである。

(実施例)

以下、実施例及び比較例により本発明を詳細に説明する。尚、実施例において、透過率は分光光度計(商品名: HITACHI 330、日立製作所製)を用いて測定したものである。

単板透過率、平行位透過率(H₀: ポリカーボネートレンズを2枚、その偏光性薄膜の分子配向

が互いに平行になるように重ね合わせたときの透過率)、直行位透過率(H₉₀: ポリカーボネートレンズを2枚、その偏光性薄膜の分子配向が互いに垂直になるように重ね合わせたときの透過率)は可視領域 400~700nm における視感度補正を行った平均値である。

また、光学歪みは、2枚の偏光板の間に対象物をはさむか、偏光板との重ね合わせで発生する干渉縞の様子から観察した。

実施例 1

ポリビニルアルコールフィルム(商品名: クラレビニロン 87500、クラレ製)をクロランチンファストレッド 0.40 g/l、プリリアントブルー6B 0.30 g/l、ダイレクトコパーブルー2B 0.30 g/l、プリムラブルー6GL 0.30 g/l、クリソフェニン 0.30 g/lを含む水溶液中で35℃で8分間染色した。

この染色フィルムを酢酸ニッケル4水塩 0.30 g/l、ホウ酸 12.2 g/lを含む水溶液中に10分間浸漬した後、同溶液中で1軸方向に5倍延伸

した。

液より取り出し緊張状態を保持したまま、水洗、乾燥を行った後 110℃で10分間加熱処理し、偏光フィルムを得た。

この偏光フィルムの両側を各々 700μm厚みのポリカーボネートシートでラミネートし、単板透過率 38.6%、偏光度 97.5%の積層体を得た。

この積層体を 148℃の雰囲気下で加熱開始と同時に 1分間で 0.8gまで吸引し、6分間真空成形して、曲率半径 R=90mmのレンズに加工した。

得られたレンズには肉眼で観察可能なブツ、亀裂、皺などの発生はなく、光学歪みもなく、単板透過率 38.3%、偏光度 97.8%であり、加工前と実質的に同等のレンズであった。

実施例 2

積層体として、片面アクリル系ハードコート処理した厚み 700μmのポリカーボネートフィルムによる積層体を使用する場合は実施例 1と同様にして良好な偏光レンズを得た。

実施例 3

実施例 1において、染色温度を40℃、染色時間を6分間とした場合は同様にして偏光フィルムを得、その両側に実施例 2と同様のハードコートを施した厚み 0.6mm及び 1.0mmのポリカーボネートシートをラミネートし、単板透過率 37.0%、偏光度 98.5%の積層体を得た。

この積層体を 140℃の球面状金型に配置して5分間保持した後、5mm/minの速度で型締めし、10kg/cm²の圧力とし成形を完了し、曲率半径 R=100mmのポリカーボネートレンズを得た。

得られたレンズには肉眼で観察可能なブツ、亀裂、皺などの発生はなく、光学歪みもなく、単板透過率 37.1%、偏光度 98.3%であり、加工前と実質的に同等のレンズであった。

比較例 1

常法により沃素系偏光薄膜を製作し、実施例 2と同様にして、単板透過率 41.0%、偏光度 99.2%の積層体を得た。

この積層体を用い、実施例 1と同様の加工をおこなったところ、脱色がおり殆ど透明なレンズ

となった。

比較例2

：相層体として厚み 0.2mm のフィルムを偏光フィルムの両側にラミネートしたものを使用し、実施例3と同様のレンズ加工をしたところ、腫の発生したレンズが得られた。

〔発明の作用および効果〕

上記、発明の詳細な説明及び実施例、比較例等から明瞭な如く、本発明の偏光ポリカーボネートレンズは光学歪みが少なく、かつポリカーボネートの本来の性能を備えたものであるので、サングラス、ゴーグルなどに好適に使用されるものである。

特許出願人 三菱瓦斯化学株式会社
代理人 弁理士(9070) 小堀 貞文

- 1) With regard to the T die method of extruding film as described in Japanese Patent No. 32004/1986, first, we find as prior art to Japanese Patent 32004:

"Among the methods of preparing a plastic film, may be given the calendar method, the casting method and the extruder method. As opposed to the calendar method, which, which was historically a method for shaping rubber that has been applied to plastics molding, and therefore has not been used for the production of other than vinyl chloride resin films shaped at low temperatures, the extruder method can be applied to essentially all thermoplastic resins. Because the applicability of the casting method to manufacturing is limited, it is only used for special applications. The films produced

by extruder methods are broadly distinguished as follows:

- 1) From the extruder to a circular die to an elongator (stretcher) to a refrigerated former to a roll.
- 2) From the extruder to a circular die to a (small) elongator to a refrigerated former to a reheater to a biaxial elongator to a cooler to a roll.
- 3) From the extruder to a flat die to an elongator (stretcher) to a refrigerated former to a roll.
- 4) From the extruder to a flat die to an elongator (small) to a refrigerated former to a reheater to a second biaxial elongator to a cooler to a roll.

1) is the blown film (tube film) method, 2) is that film with further elongation. 3) is the T die film method. 4) is the elongated shaping film of this. Other than this there are vertical elongation forms, but this will be explained later. There particularly great difference among the foregoing is that in the case of films drawn from circular dies it is normal for extension to occur along two axes, but where extrusion is obtained through a flat die, extension along only one axis is observed. With regard to cooling methods:

- 1) Cooling by intermediate introduction into water
- 2) Cooling by rolling on a cooled casting roll
- 3) Cooling by spraying with atomized water
- 4) Cooling by exposure to air

Films having a variety of characteristics according to elongation and cooling methods can be obtained. There are more and more so called double axis films made by reheating the film and stretching along the double axis. For the outline of each structure and die please refer to the appropriate section below.

(Extrusion methods: P216, 6.6 Film manufacturing equipment, 6.6.1 Summary Published July 10, 1971)

- 1) With regard to the T die method of extruding film as described in Japanese laid open patent No. 32004/1986, first, we find as prior art to Japanese Patent 32004:

"Among the methods of preparing a plastic film, may be given the calendar method, the casting method and the extruder method. As opposed to the calendar method, which, which was historically a method for shaping rubber that has been applied to plastics molding, and therefore has not been used for the production of other than vinyl chloride resin films shaped at low temperatures, the extruder method can be applied to essentially all thermoplastic resins. Because the applicability of the casting method to manufacturing is limited, it is only used for special applications. The films produced

1

by extruder methods are broadly distinguished as follows:

- 1) From the extruder to a circular die to an elongator (stretcher) to a refrigerated former to a roll.
- 2) From the extruder to a circular die to a (small) elongator to a refrigerated former to a reheater to a biaxial elongator to a cooler to a roll.
- 3) From the extruder to a flat die to an elongator (stretcher) to a refrigerated former to a roll.
- 4) From the extruder to a flat die to an elongator (small) to a refrigerated former to a reheater to a second biaxial elongator to a cooler to a roll.

1) is the blown film (tube film) method, 2) is that film with further elongation. 3) is the T die film method. 4) is the elongated shaping film of this. Other than this there are vertical elongation forms, but this will be explained later. There particularly great difference among the foregoing is that in the case of films drawn from circular dies it is normal for extension to occur along two axes, but where extrusion is obtained through a flat die, extension along only one axis is observed. With regard to cooling methods:

- 1) Cooling by intermediate introduction into water
- 2) Cooling by rolling on a cooled casting roll
- 3) Cooling by spraying with atomized water
- 4) Cooling by exposure to air

YNG 001086

Films having a variety of characteristics according to elongation and cooling methods can be obtained. There are more and more so called double axis films made by reheating the film and stretching along the double axis. For the outline of each structure and die please refer to the appropriate section below.

(Extrusion methods: P216, 6.6 Film manufacturing equipment, 6.6.1 Summary Published July 10, 1971)

押 出 成 形

監 修
村 上 健 吉

プラスチック・エージ

YNG 001087

れたゴムロールを使用する。たて波板については、定尺切断用カッターも切断面の白化現象を起こさせないために、波板形状と同一の波形をさせることが必要で複雑なものとなる。しかし積重ね装置ではたて方向のタワミが少ないので両開き式コンベアで積重ねることができる。横波板の場合は小幅用として巻取りを行なうこともあるが、一枚取りをするためには定尺長さの幅をもった成形機を必要とするので大型機となる。写真 6.6 はたて波板成形用のホームーを示す。

従来は 90mm ϕ ~150mm ϕ で L/D20~22 程度の押出機が主力となっていたが最近では 150mm ϕ で L/D28 のベント型押出機も活用されるようになり、押出量も 400~500kg/hr のように大きなものできた。

6.4.6 コルゲートチューブの製造

薄肉パイプを押し出した後、らせん状またはリング状ダイの間に導入して内部に空気を吹き込んで成形、冷却して製造するコルゲートチューブが使用されている。これにはネジのようにらせん状の溝を成形したものと、ドーナツ型のリングの継ぎ合わせ状のチューブと両方ある。いずれも可撓性をもたせるた

めに加工するものである。図 6.15 は REIFE NHÄUSER 社製のコルゲートチューブ製造装置¹⁸⁾である。樹脂は、ポリエチレン、または塩化ビニル樹脂、ABS樹脂などが使用される。

6.5 シート製造装置

6.5.1 概要

押出法によるシートの成形は、注形法、カレンダー法などと比較すると能率、精度、品質面からみてきわめてすぐれた方法で、あらゆる熱可塑性樹脂を対象として研究されている。最も多く使用されるのは、三本ロールによるつや付けロール方式のもので写真 6.7 にその例を示す。その工程は次のようなものである。押出機→ダイ→つや付けロール→冷却引取り→耳切り→切断または巻取り

6.5.2 シートダイ

シート用ダイのリップ間隙は製品寸法とはほぼ等しい寸法に開いて、ドラフトをかけることなく押し出すのが普通である。これは次の成形工程で再加熱したときに成形ヒズミを起

こさせないためである。しかし 0.5mm 以下のシート成形ではリップ間隙を狭くできないのでたとえば 0.7mm 間隙のリップから多少のドラフトをかけて 0.3~0.5mm のシートを製造するのが普通である。小幅のシートダイではフィッシュテール型を使用することもあるが、一般に 500mm 幅以上のものではチョークバー付マニホールド型ダイ (T 型ダイ) を使用する。写真 6.8 にはフィッシュテール型ダイ¹⁹⁾を、また図 6.16 には T 型ダイの例を示す。T 型ダイでは中央部から流入してくる熔融樹脂を幅方向に均一にしなければならない。フィルム用ダイでは、ダイと引取機の間でドラフトをかけて大きく延伸されるので、ダイリップ間隙からの吐出は流量さえ均一であればよいが、シート用では前述のようにほとんどドラフトをかけないので、厚みと流量の両方が均一でなければならない。このためにチョークバーを備えた T 型ダイが多く使用され、リップ間隙は均厚押出しのために平行に保って、流量の調節はチョークバーで行なうのである。ポリスチレン、ABS 樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレンなどでは、ストレートマニホールド型が多く使用されているが、塩化ビニル樹脂、メチルメタクリレート樹脂などではコートハンガー型が使用される。また塩化ビニル樹脂や ABS 樹脂の押出用としてダイ内部にスクリュを取り付けたスクリュダイも使用されており、均一吐出と熱安定性の向上により厚物の成形に役だっている。写真 6.9 は池貝鉄工所製のスクリュダイ方式のシート製造装置¹⁸⁾の例である。

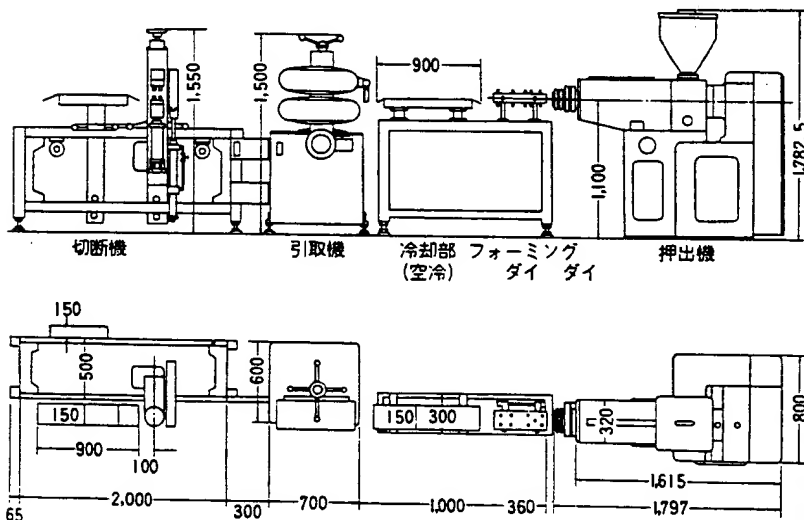


図6.14 異形材製造装置

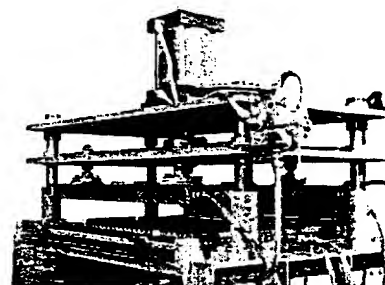


写真6.6 波板用ホームー

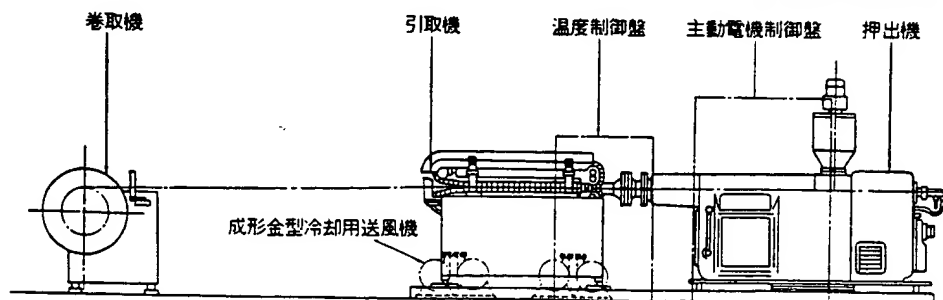


図6.15 コルゲートチューブ製造装置

YNG 001088

シート用ダイは最近の高速、高吐出量成形によって内圧が高くなるので、その構造はますます剛性を要求され、かつ熱変形の少ないものが要求されるようになってきた。一方加熱やときには冷却も必要とされる場合もある。スクリュダイでは、内部でスクリュが回転してせん断による発熱を生ずるので、冷却用送風機による空冷を行なっている。一般に三本ロール式をつや付けロールと組み合わせるために水平押しをするのでダイの上と下の熱のバランスを考えないと上半分が高温になり、シート面の品質が変わることがあるので注意を要する。

6.5.3 つや付けロール

ダイから押し出されたシート状の樹脂は、きわめて短い距離でつや付けロールに供給される。3本一組のロールからなるつや付けロールは、中央のロール位置が固定されており、上と下の2本のロールはそれぞれ垂直に移動できるようになっている。ロール配置とシートの掛け方を図 6.17 に示す。中央ロールの上から入れて下から出すものは押出機を中心とロールの位置が合わせやすく、中、小型用として多く使用され、中央ロールの下から入れて上に出すものは上面につやがつけられるので引取り、切断でつや付き面に傷がつきにくい。また冷却ロール径が大きく（たとえば 400mmφ など）になると押出機との組合わせも容易になるので大型に使用されることが多い。上下のロールはバネまたは空気圧で一定間隔で押付けるが厚さ規制のためのストップに当てて寸法精度を合わせる。これら3本のロールは同速回転を行ない、ダイから吐出されたシートをダイスウェルを吸収する程

度の延伸を行ないながら成形する。各ロールは、加熱油または温水によって加熱されており、ロール全面長さにわたって均一な温度に保つことが必要である。この循環液は樹脂から取り出した熱を受けて昇温して戻るので、この熱を取り除くだけの冷却能力をもった循環装置を必要とする。ポリスチレンシートなどの厚物用では、ダイと冷却ロールの間に赤外線照射を行なって、つや付けをするシートグレーザを使用することが多い。この場合シートの幅方向の収縮に注意することや、つや付けの温度を高くすると耐衝撃性が低下する¹⁷⁾のでこれらの関係を充分注意しなければならない。冷却用ロールのほかに第四ロールを設けて、シートにエンボス加工を行なうことや、表面に顔料を加えてマーブルマークを出すこともある。

6.5.4 輸送冷却部

写真 6.7 でわかるように、つや付けロール部と引取り部の間にコンベアを設けて、空中放冷を行なうことが多い。この部分を輸送冷却部という。またこの部分で多少の引張り加工を加えてつや付けロール部でできた湾曲をなおすこともある。この部分ではシートが完全に固化しないではいってくので表面に傷がつかないように注意を要する。コンベアとしては、アルミロールでしかも軸との間に玉軸受けを取り付けた型のものが回転トルクも少なくローラ型コンベアとして適している。

6.5.5 引取りロール

2本のゴムロールよりできており、一本は位置固定で他方が空気圧またはスプリングあるいは自重によってニップする構造となつて

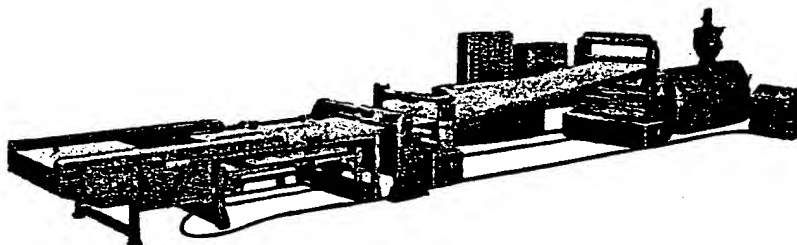


写真6.7 シート製造装置

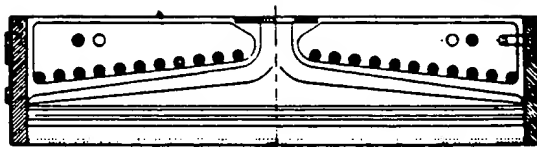
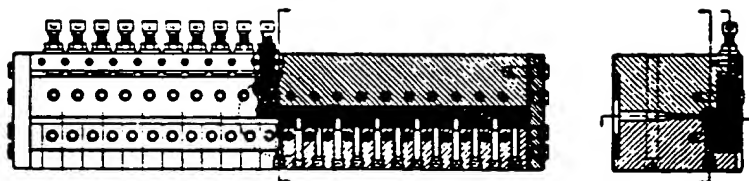


図6.16 レストリクタバー付きコートハンガーダイ

YNG 001089



写真6.8 フィッシュテールダイ

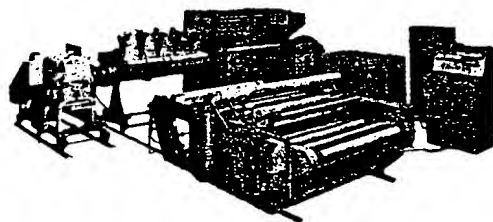


写真6.9 スクリュダイによるシート製造

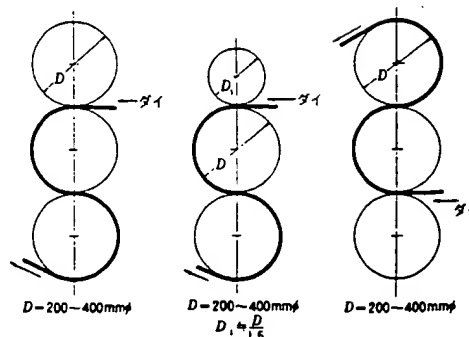


図6.17 ロール配置とシートの掛け方

いる。均一な引取りを行なうためにも上下2本のロールとも、同速度の駆動を行なうことが好ましい。樹脂の種類や製品の品質によりつや付けロール速度に対して数%の速度差を要することがある。一般に引取ロールの前で規定シート幅にトリミングを行なうが、トリミングの方法には、バイトにより削り取ってトリミングするものと、円形刃を使ってシャーによりトリミングするものとする。

6.5.6 切断積重ね装置

シートの切断方式には

- 1) キロチン式カッタによるもの
- 2) 回転丸鋸刃式カッタによるもの

の両方が使われている。前者はポリスチレン(耐衝撃グレード)、ABS樹脂、塩化ビニル樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレンなどの割れにくい樹脂のシートに多く使用されているが、メチルメタクリレート樹脂などのように割れやすいシートには後者が使用されている。いずれもシート移動速度と同速で移動するトラバース架台の上にカッタを取り付けてあり、切断するとともに原位置に復帰できる装置となっている。カッタの作動には空気圧によるものと油圧によるものとあり、厚物切断には動作の確実な点、および切断力の大きなものが得やすいなどのことから油圧式のほうが好ましい。

積重ね装置には、引取りコンベアが両開きに関してシートを落下させて積重ねるものやシートの面を吸引板で真空中に吸引¹⁸⁾して積重ね部へ運ぶものもある。積重ね装置の下部には一定枚数を積重ねて引き出すための運搬取出台をつけるか、コンベアで送り出すことがある。これらの装置は1mm以上の硬質シートの積重ねに使用される。

6.5.7 巻取装置

厚さが1mm以下のシートや柔軟性のあるシートは、巻き取ることができる。これはフィルム巻取機(後述)と同様の方法で、大量の処理ができるうえに、製品の格納や取扱いも容易である。最近の真空成形機などでは、この巻上げシートを受入れるような構造とな

っているのが普通である。巻取軸の駆動はトルクモータによるものが多い。

6.5.8 押出機本体

単軸型押出機を使用することが多く、ポリスチレンシート用としては、2mm以下の製品用にはノーベント型のL/D25以上のものが、また2mm以上のシート用にはL/D25以上のベント型が適する。ABS樹脂用としてはL/D25以上のベント型が適当である。ポリエチレン、ポリプロピレン用にはL/D25程度のノーベント型押出機が適し、メチルメタクリレート樹脂にはベント型押出機が必要である。硬質塩化ビニル樹脂のシート用にもL/D22またはそれ以上の押出機が高吐出用として好ましい。とくに硬質塩化ビニル樹脂のドライブレンド用としては、真空ホッパまたは、ときにはベント型押出機を使用することがある。

6.5.9 厚み測定装置

シートに接触して測定するフライングマイクロ型とシートに接触しないで測定するβ線厚み計や、エアーマイクロメータがある。前者は、厚物で引取り速度の遅いものについて使用されるが、幅方向の厚み差よりも流れ方向の連続測定に適する。これに比べて、後者はシートに傷をつけることなく、幅方向の連続測定にも適する。一般には、品質管理のために厚み記録をとり、修正は人力によることが多いが、最近厚みの測定値によりTダイのチョークバーを調節したり、押出機の回転を制御したりして、シート厚さを基準とした装置全体の自動制御が可能となりつつある。

高速、高精度測定用検出器の発達により、品質を基準とした全自動装置の実用化も近日のうちにできるものとみられる。

6.6 フィルム製造装置

6.6.1 概要

プラスチックフィルムの製造方法にはカレンダー法、注形法、押出機法などがあり、カレンダー法はゴム成形の歴史の上にプラスチック

を積重ねたもので、低温成形の行なえる塩化ビニル樹脂フィルムの製造に使用されるにすぎないのに反して¹⁹⁾、押出機法はほとんどすべての熱可塑性樹脂に適用できる。注形法は生産性が低いので特殊用途にしか使用されない。押出機によるフィルム成形法は大別すると次のようなものである。

- 1) 押出機→円形ダイ→延伸→冷却成形→巻取り
- 2) 押出機→円形ダイ→延伸(小)→冷却成形→再加熱→二軸延伸→冷却→巻取り
- 3) 押出機→平形ダイ→延伸→冷却成形→巻取り
- 4) 押出機→平形ダイ→延伸(小)→冷却成形→再加熱→二軸延伸→冷却→巻取り

1)はインフレーションフィルム(チューブラフィルム)法であり、2)はこれの延伸加工フィルムである。3)はTダイフィルム法であり、4)はこれの延伸加工フィルムである。このほかにたて延伸加工をするものがあるが、これは後述する。上記のうちとくに大きな差は円形ダイから成形するフィルムは二軸延伸をされてフィルムとなるのが普通であるが、平形ダイでは一軸延伸をされてフィルムとなることである。冷却成形にあたっては、

- 1) ただちに水中へ導く方法
- 2) キャスティングロールで冷却成形する方法
- 3) 噴霧状の水をかけながら冷却成形する方法
- 4) 空気で徐冷しながら成形する方法

などがあり、延伸法や冷却法によってそれぞれ異なった性質のフィルムが得られる。フィルムを再加熱して二軸に延伸するいわゆる二軸延伸フィルムもますます増加してきた。各部構造の概要とダイについて振り返ってみる。

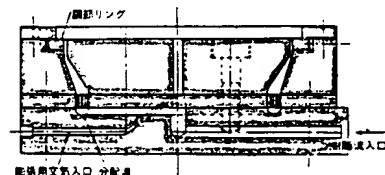


図6.20 インフレーションダイ (分配溝型)

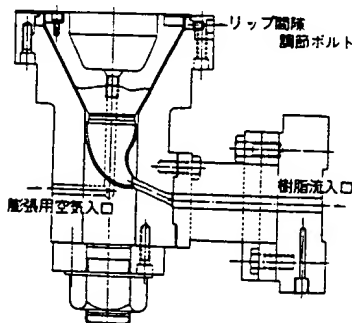


図6.18 インフレーションダイ (下部支え型)

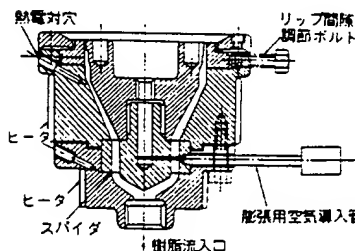


図6.19 インフレーションダイ (スパイダ型)

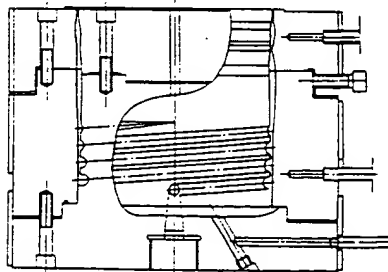


図6.21 インフレーションダイ (スパイラル型)

6.6.2 ダイ

インフレーションダイは一般にクロスヘッド型が多く使用される。その型式は内部のマンドレルの支え方により図 6.18～図 6.21 に示すようなものが多い。大口径のダイは図 6.20 の方式を使うことが多い。またたて型押出機と組み合わせて使うときは、パイプダイのようにストレート型のものが使用される。最近では、インフレーションの最大の欠点である偏肉を分散させるために、ダイを回転させたり内ダイまたは外ダイを別に回転させたり、ときにはたて型押出機を押出機と回転させるなどの使い方をしているものが多い。ダイの構造上要求される事項は、

- 1) マンドレルをしっかり支え、多少の偏圧が加わっても振れないようにする
- 2) 原料の接合部分が再び一様に混合されるようにする
- 3) ダイランドにはいる前に、いったん大きな分配溝に入れ、圧力の均一化をはかる
- 4) 調整リングを変形しにくく、かつ調整しやすくする
- 5) 温度が均一となること

などである。

Tダイには、キャストフィルム用とラミネート用とがあるが、いずれもTダイから出て最短距離で冷却ができるように工夫されている。とくにキャストフィルム用Tダイには、図 6.22 に示すように、垂直に吐出してキャストロールに接触するものと、上方より斜めに吐出するものがあるが、内部構造については、だいたい同じものである。Tダイおよびインフレーションダイの設計法については第2編に詳述してあるので参照されたい。

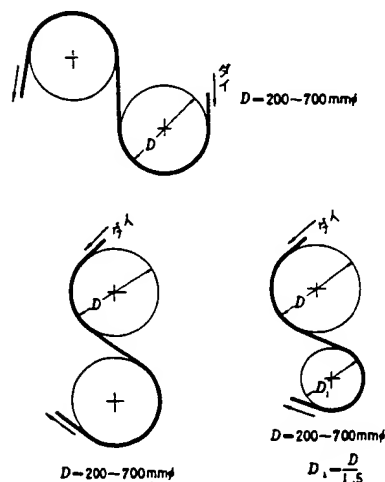


図6.22 ロール配置とフィルムの掛け方

6.6.3 Tダイ設計手順と各部構造の関係

一般的Tダイの設計にあたってのフローシートを図 6.23 に示す。最近の設計では、このようなフローシートを基にして、各部の仕様を決める作業は、ホートランによるプログラムを組んで、電子計算機に行なわせるのが普通である。ここでは、各部の構造について振り返ってみる。

図 6.23 において○印は、Tダイ製作にあたって決定しなければならない事項ならびに結果としてでてくる事項を示し、□印は、各部の主要構造項目を示し、また◇印は、周囲の事情により判断または選択を行なうことを意味する。

Tダイを設計するにあたって決められることは、使用する樹脂、押出量、製品の種類、製品の幅、製品の厚さ、冷却ロールとの取合い形状と寸法、加熱方式などがある。これらの事項に基づいて、各部構造を決めていくのである。なお流動特性とダイ設計についての関係式は前掲のTダイ設計の項を参照されたい。以下図 6.23 に示されている主要項目の説明をする。

(1) マニホールド端部の形状

樹脂の熱安定性とダイ内の樹脂の流動特性により種々な形状を選定する。

(2) 傾斜量、マニホールド径、ダイランド

樹脂の動粘性指数が決まると、マニホールドの径、ダイランドの隙と傾斜量の間には相関関係がある。図 6.24 にリップ幅 2,000mm で、樹脂の動粘性指数 η を 2.0、2.5、3.0 として、マニホールドの径を 25mm ϕ と 40mm ϕ のときのダイランド間隙とマニホールドの傾きの寸法の関係を示してある。この例では、

$$\eta = 2.5$$

$$D = 25\text{mm}$$

$$L = 1,000\text{mm (リップ幅 2,000mm)}$$

としたときのランド間隙を 3mm とすると、マニホールドの傾き量は約 45mm 必要となる。

(3) マニホールドの形式

一般に円形断面のマニホールドを使用するが、ときには図 6.24 において、マニホールドの任意点の半径 r が次のような関係にあるような直線的な断面変化をもたせたテーパマニホールドを使うこともある。

$$r = \frac{D}{2} \sqrt{1 - \frac{x}{L}}$$

ここに D はマニホールドの入口部の径 (最大径) L はリップ幅の $\frac{1}{2}$ 、 x はダイ中央部から r 位置までの距離を示す。

(4) 材質

高炭素鋼またはダイス鋼を使うことが多い。ときには、ステンレス系を使うこともある。いずれも鍛造段階からの組成の偏在のない材料を使い、加工ヒズミを除くように各加工工程ごとに熱処理することが望ましい。樹脂の接する部分には硬質クロムメッキを行なうことが多く、ときにはニッケルメッキをすることもある。

(5) 加熱方式

一般に、電熱式抵抗加熱ヒータを使用する。しかし、ときには、インダクション加熱や液体加熱を行ない、成形中の発熱を除去するために冷却効果のよいものとすることもある。

(6) 調節ボルト

リップバーならびに、チョークバーを調節するもので、押し、引きおのおの単独のボルトで行なうものと、押し、引きおのおのボルトを取換え使用できるもの、1本のボルトで押し、引き兼用のもの、ならびにピッチの異なる2本のネジを1組として使う差動ネジ式などがあり、おのおのその用途により使い分けられる。

(7) 締付けボルト

ダイは、その加工上2片の組合わせにすることが多い。このための締付けボルトは、その強度ならびに樹脂漏れをなくするための弾性域内での締付けを要求される。樹脂によっては、分解掃除の頻度が多いので、締付け操作の難易も問題となる。

(8) セン断速度

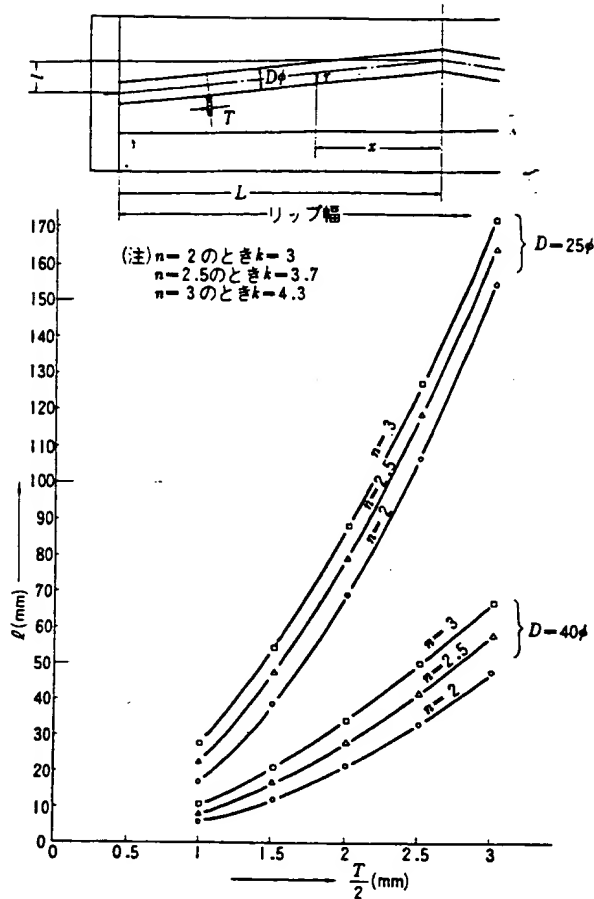
高速押出を行なうフィルム用Tダイではメルトフラクチュアの害のでない範囲で使用する必要がある。流路の面が平滑で段差のないことと、せん断速度の限界を考えた設計とすることが必要。表 6.3²⁰⁾ はTダイフィルム加工時の良品限界についての一例である。アメリカにおいては、良品限界を単位幅当たりの押出量で 0.87～1.78kg/cm \cdot hr²⁰⁾ といわれているが、日本のように、品質の限界のきびしい場合は多少下るものとみられる。

(9) ダイの外形、寸法

最近では、押出量の増加と、広幅化が進んだため、樹脂漏れを起こさず、高精度を保つために、次第にダイ厚さが厚く、剛性の大きなものとなってきた。1,500mm～2,000mm程度のフィルムダイでも厚さが 200mm 前後となっているのがその例である。外表面は、加熱ヒータの取付け、調節操作のやりやすさなどから角形またはその変形とすることが多い。なお上記以外にも用途、樹脂によりそれぞれ特長を生かした設計をする必要がある。

6.6.4 冷却成形

インフレーションフィルム成形とTダイフ



$$l = k \times (L \times 10^{-3})^{1.5} \times \left(\frac{T}{2} \times 0.5\right)^{1.5} \times \left(10 \times \frac{2}{D}\right)^{1.5} \times \frac{1}{n}$$

図6.24 Tダイのランド間隙とマニホールドの温度

図ではダイと冷却リング（一般にエアリングという）との間に²¹⁾ アニリング室を設けてあるが、これは押出機やダイ内で溶融体の受けた各種の応力を除去するための室で、この部分を高温に保つことによりフィルムの物性が向上される。

さらに、ヴァキュームチャンバ方式がUCC社により開発されたが、これは図6.26のように²²⁾、フレキシブルな室をダイ上部に設けエアリングのスリットよりチューブの側面に平行に空気を吹付け、絞りふたとチューブの間隙よりある速度で空気を流すことに

よりこの室の圧力が大気圧よりも若干低くなることを利用している。間隙が小さくなると空気の出る量が減るので、上記の室（ヴァキュームチャンバと呼ばれる）の圧力が増し間隙を大きくするように働く。間隙が大きくなっても、同様にこれを小さくし、チューブ径は常に安定する。チューブに平行に空気を送るので、冷却速度も大きくなるなどの特長がある。

また最近、重包装用袋製造などのために0.18~0.22mmのように厚いフィルムを製造することが要求される。このために、インサ

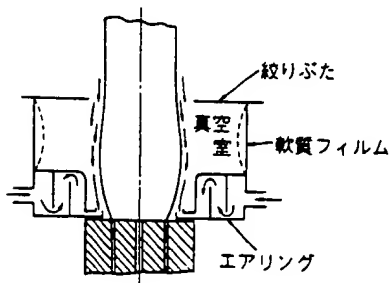


図6.26 UCCのバキュームチャンバによるチューブ冷却方式

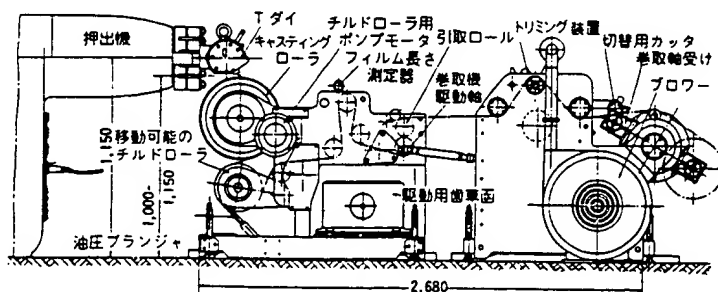


図6.27 キャスティングローラ装置

表6.3 キャスティングフィルムにおける成形速度と押出量の関係

成形速度 m/min	ダイ単位幅当 たりの押出量 kg/cm·hr	押 出 量 kg/hr		
		700mm 幅ダイ	1,200mm 幅ダイ	2,600mm 幅ダイ
40	0.54	38	65	140
80	1.08	76	130	280
120	1.62	114	195	420
160	2.16	152	260	560
200	2.70	190	325	700

注) 樹脂: ポリプロピレン (比重0.9) フィルム厚み: 0.025mm

表6.4 フィルム成形上の主要因子

因 子	影 響
成 形 温 度	高くなると透明度向上 ブロッキングしやすい
冷 却 速 度	大きいと透明度向上, 衝撃強さ低下
ブ ロ ー 比	大きいと透明度向上, 縦横の強さ均一
延 伸 距 離 (ダイとロールまた は水面との距離)	ある程度小さいと透明 度向上
延伸比 (Tダイ法)	大きいとたて横の強さ 不均一
混 練 度	大きいと均質となる

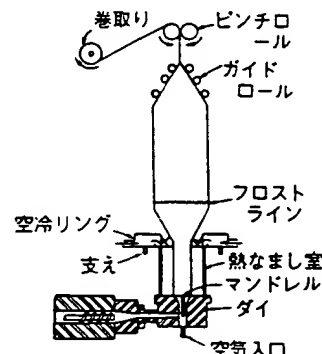


図6.25 インフレーションフィルム成形原理図

イドマンドレルによる内面接触冷却を行なうものや、アウトサイドマンドレルによる外表面接触冷却を行なうものもある。またさらに冷却効率をよくするために、内部に冷凍機から供給される冷媒により冷却するものまで

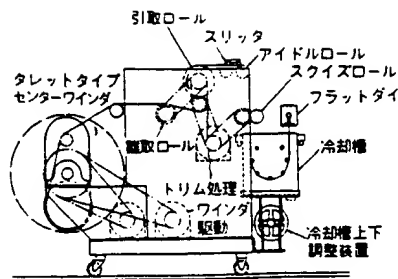


図6.28 フラットフィルム引取機の構造図



写真6.10 インフレーション装置

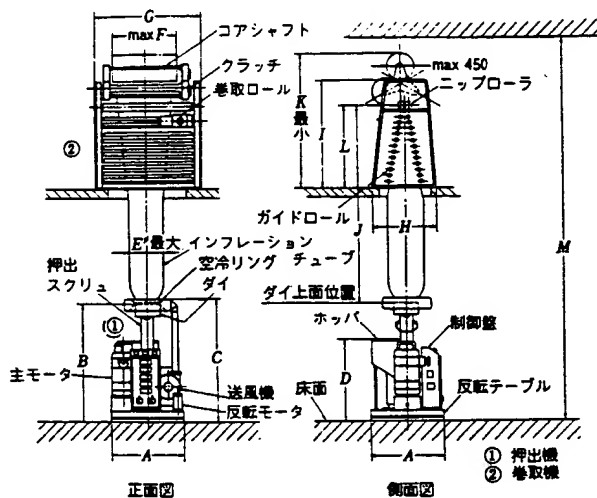


図6.30 Oerlikon 社製インフレーションフィルム成形機

いる。いずれも金属接触部に酢酸ビニルなどの析出をきたしやすいので留意を要する。またポリプロピレンなどのように急冷を要するものでは、冷却水の併用をすることにより強度や透明度が得られる。一般用安定板にはアルミなどの熱伝導率の高い金属板で製作し、その表面を薄いフェルトやクラフト紙などを貼り付けたものが多い。この安定板に平行部分を設けて、その内部に冷却水を通ずるものもある。

(2) キャスティングロール法

Tダイから出た熔融樹脂をただちに水冷ロールに接触させ、これを冷却成形する方法で、延伸の大部分はTダイのリップとロールの間の空間で行なわれる。図6.27は²³⁾はこの成形装置であるが、冷却線（一般にフロストラインと呼ぶ）は、徐冷法に比べるとはるかにダイに近づいている。さらにエアナイフ²⁴⁾を使って、フィルムの外側からも冷却し、冷却安定させることも多い。とくにポリプロピレンの成形においては、絶対必要条件とされている。トリミング耳の安定をはかるために、耳の肉厚部のみ使用することもある。

る。

(3) 冷却水槽法

Tダイから出た熔融樹脂を図6.28のように、ただちに水中に導き、冷却成形するもので、やはり延伸の大部分はダイリップの水面との間で行なわれる。この場合の冷却線はほとんど水面にある。またインフレーションフィルム成形の場合にも、急冷による透明フィルムの製作が行なわれ、各社で開発されているが図6.29にこの代表例としてDow Chemical社²⁵⁾の方法を示す。インフレーションダイは、下方押出型で内部コアで延伸してから、水を垂れ流してつくった冷却筒で急冷するものである。このほかに、Du Pont社、ICI社、興国人絹社などで開発したものが有名である。

6.6.5 成形装置

冷却成形法によって、同一樹脂でもそのフィルムの品質、物性が大きく変わるので、フィルムの用途に応じた成形装置を選択する必要がある。以下代表的な成形装置について紹介する。

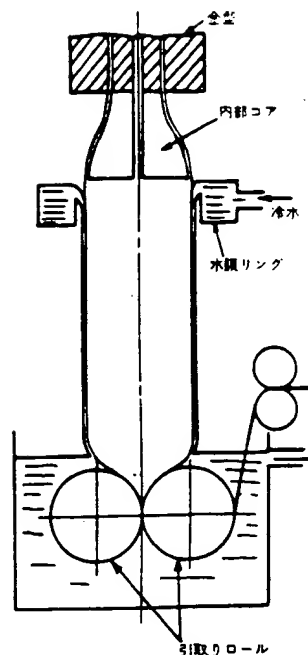


図6.29 Dow社の水環リングによるチューブ冷却方式

YNG 001094

(1) インフレーション装置

写真6.10は東芝機械-伊達鉄工所製の小型インフレーションフィルム製造装置で、押出機、ダイ、安定板、ニップロール、巻取り部までを一つのフレームの中にビルトインしており、使いやすい装置となっている。押出スクリュは後部に抜き出せるうえ、全高さも2m程度なので、作業能率が向上される。

図6.30はOerlikon社（スイス）製ロータールダ²⁶⁾で、インフレーション法の欠点である偏肉調整の困難さを巧みに逃げて巻姿をよく整えて印刷や製袋などの工程に支障をきたさないようにしている。押出装置全体が往復回転運動を行なっている。巻取り部では、フィルム幅を測定して、インフレーション用空気圧力を調整するチューブレギュレータを備えている。

(2) キャスティングロール装置

図6.27は、REIFENHÄUSER社（西ドイツ）製のフィルム成形装置²⁸⁾で、キャストイングロールをTダイに近接させる構造となっており、引取ロールによって速度が定められ、シワ取り後、二軸タレット型センターワインド式で巻き取られる。また図6.31は垂

押出成形

昭和38年11月10日 初版発行 © 定価 3,500円
昭和46年7月10日 改訂第4版発行

監修 村上健吉
発行者 浅山英一

発行所 株式会社 プラスチックス・エー ジ

101 東京都千代田区神田鍛冶町2-8
電話 03-256-1951 (代)

550 大阪市西区阿波座南通1-118
電話 06-532-5484・5486
振替 大阪 21113

YNG 001095